ISTITUTO CHIMICO AGRARIO SPERIMENTALE
DI
GORIZIA

SERIE 2ª DEI NUOVI ANNALI
PUBBLICAZIONE N. 10

RENZO CANDUSSIO

INDAGINI SULLO «STATO BORICO» DEI TERRENI FERRETTIZZATI DELL'AGRO GRADISCANO-CORMONESE (FRIULI ORIENTALE)

Estratto da «*Agrochimica*», IV, 1, Pisa, 1959

ISTITUTO CHIMICO AGRARIO SPERIMENTALE
DI
GORIZIA

SERIE 2ª DEI NUOVI ANNALI
PUBBLICAZIONE N. 10

RENZO CANDUSSIO

INDAGINI SULLO «STATO BORICO» DEI TERRENI FERRETTIZZATI DELL'AGRO GRADISCANO-CORMONESE (FRIULI ORIENTALE)

Estratto da «*Agrochimica*», IV, 1, Pisa, 1959

INDAGINI SULLO « STATO BORICO » DEI TERRENI FERRETTIZZATI DELL'AGRO GRADISCANO-CORMONESE (FRIULI ORIENTALE)

R. CANDUSSIO

Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia

La presenza di terreni carenti di boro assimilabile (idrosolubile secondo BERGER-TRUOG) nella zona ferrettizzata della pianura dell'Alto Friuli Occidentale e del Medio Friuli Centrale, già da tempo accertata e dimostrata [1]), è stata recentemente rilevata anche nella zona dei terreni ferrettizzati del Friuli Orientale (Provincia di Gorizia).

Tale constatazione ci ha indotti ad eseguire un metodico rilevamento analitico di tutta la zona allo scopo di definirne lo « stato borico » e segnalarne le eventuali deficienze.

Il rilevamento, di cui in questa nota vengono riferiti e illustrati alcuni risultati, rientra in una piú ampia e piú particolareggiata indagine riguardante lo stato della fertilità chimica attuale della zona in relazione specialmente a un lamentato « deperimento rapido » dei medicai.

I TERRENI

I terreni ferrettizzati oggetto della presente indagine costituiscono quasi la totalità dell'Agro Gradiscano-Cormonese (Provincia di Gorizia) delimitato a nord dalla fascia argillosa delle colline eoceniche del Collio, a est dai terreni ghiaiosi delle alluvioni recenti dell'Isonzo, a ovest dal fiume Iudrio, a sud dai terreni ghiaiosi delle confluenti alluvioni dei fiumi Torre, Natisone e Isonzo (*).

Trattasi di terreni ghiaiosi di alterazione (la percentuale di scheletro è generalmente elevata) per lo piú di debole potenza (in media non oltre i 30-40

(*) Nella parte mediana della zona si ritrova una fascia di argille, e di ferretti frammisti ad argilla, provenienti dalla zona collinare del Collio e trasportate dalle alluvioni del torrente Versa.

cm.), poggianti su un substrato di ghiaie alluvionali calcaree, soggetti facilmente e frequentemente a inaridimento durante l'estate. Sono terreni piú o meno decalcificati in superficie, a reazione predominantemente neutra o subalcalina, per lo piú poveri di sostanza organica (raramente sorpassa il 5-6% della terra fina) e poveri di anidride fosforica di riserva accessibile (*) (in media oscilla su valori di 0,1%), con dotazioni di ossido di potassio di riserva (**) oscillanti su valori di 0,15-0,25%.

Nella composizione meccanica della terra fina (a 1 mm) prevalgono gli elementi piú grossolani: il 50-60% della terra fina è costituito infatti dalla parte sabbiosa (particelle con diametro compreso fra 0,2 e 1 mm).

La parte argilliforme (particelle con diametro inferiore a 0,002 mm) oscilla su valori medi del 10-15%.

METODI IMPIEGATI

Le analisi chimiche dei terreni sono state eseguite secondo i metodi seguenti:

— analisi fisico-meccanica: dispersione della terra fina (a 1 mm) in H_2O all'ebollizione per un'ora, separazione delle frazioni per levigazioni successive in cilindri di sedimentazione;

— pH con H_2O, nel rapporto terreno/acqua di 1 a 5, determinazione per via potenziometrica;

— sostanza organica calcolata (con fattore 20) dall'azoto totale determinato col metodo KJELDAHL;

— P_2O_5 di riserva accessibile, solubile in HNO_3 conc. e boll., determinazione gravimetrica secondo LORENZ;

— P_2O_5 assimilabile, solubile nel reattivo acido acetico-acetato sodico a pH 4.8 secondo MORGAN, determinazione ceruleomolibdimetrica;

— K_2O di riserva, solubile in HCl conc. e boll., determinazione per fotometria di fiamma;

— K_2O assimilabile, solubile nel reattivo di MORGAN, determinazione per via sedimetrica sec. CAMNPANILE-MORANI;

— calcare totale, dalla CO_2 sviluppata con HCl diluito bollente;

— calcare attivo, solubile in ossalato d'ammonio secondo DROUINEAU;

— boro totale ottenuto per fusione alcalina, determinazione colorimetrica con acido carminico sec. HATCHER e WILCOX;

— boro assimilabile, solubile in acqua all'ebollizione sec. BERGER e TRUOG, determinazione colorimetrica come sopra.

(*) P_2O_5 solubile in acido nitrico concentrato e bollente.
(**) K_2O solubile in acido cloridrico concentrato e bollente.

Le analisi chimiche delle piante sono state eseguite seguendo i metodi descritti nella Pubblicazione n. 8 dei Nuovi Annali dell'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia (1958) [2]).

Per non incorrere in eventuali variazioni nei risultati analitici, in conseguenza della diversità delle condizioni del campionamento dei terreni in campagna, i prelevamenti sono stati eseguiti in un'unica epoca per tutti i terreni (ultimi giorni di giugno-primi giorni di luglio) e con le modalità piú adatte per poter attribuire ai campioni raccolti un valore medio degli appezzamenti esaminati.

Per i terreni con coltura di erba medica si è curato di raccogliere i campioni su medicai di tre anni all'epoca dello sfalcio (2° taglio dell'annata, piante all'inizio della fioritura). Per i terreni con coltura di grano il campionamento è stato eseguito dopo la mietitura e prima della rottura delle stoppie.

TERRENI CON COLTURA DI ERBA MEDICA

Su questi terreni, com'è stato precedentemente accennato, è stato eseguito uno studio ampio e piú approfondito della loro fertilità chimica attuale in relazione a un segnalato deperimento delle colture di erba medica.

Stralciati da quello studio, nella Tabella 1 sono riportati unicamente quei risultati analitici che potevano interessare per la valutazione dello stato borico di questi terreni.

È da rilevare innanzi tutto la generale accentuata povertà di P_2O_5 assimilabile e di K_2O assimilabile. La carenza di quest'ultimo elemento è dimostrata, spesse volte, visivamente da manifesti e caratteristici segni di turbe nutritive sulle piante di erba medica e anche analiticamente sia dai tenori di K nelle foglie di erba medica, tenori eccezionalmente bassi, sia dai rapporti Ca^{++}/K^{+} nelle stesse foglie, rapporti molto elevati (vedere Tabella 2).

Va inoltre rilevato che, trattandosi di terreni ad alta percentuale di scheletro, la citata povertà di elementi nutritivi deve ritenersi piú accentuata qualora si considerino le dotazioni riferite non alla terra fina (1 mm) bensí al terreno integro di scheletro.

Il contenuto in boro totale (ottenuto per fusione alcalina della terra fina) è sempre alquanto elevato: il valore medio è di B 14,48 ppm di terra fina con un limite massimo di B 18,94 ppm e un minimo di B 12,05 ppm.

Le dotazioni in boro idrosolubile (metodo BERGER-TRUOG) dimostrano invece variazioni di notevole ampiezza: dotazione media B 0,58 ppm di terra fina a 1 mm secca all'aria, dotazione massima B 1,00 ppm, dotazione minima B 0,25 ppm.

Fra boro totale e boro assimilabile (idrosolubile secondo BERGER e TRUOG) esisterebbe una correlazione positiva che dovrebbe però ritenersi praticamente nulla essendo espressa da un coefficiente di correlazione alquanto basso ($r = + 0,349$) (cfr. Tabella 4).

Anche in questi terreni ferrettizzati, cosí come in altri terreni ferrettizzati già studiati in precedenza (cfr. CANDUSSIO, VISINTINI ROMANIN, 1956) [1]) esiste una correlazione positiva fra la concentrazione del boro idrosolubile di

TABELLA 1. — *Terreni ferrettizzati coltivati a erba medica (al 3° anno*

Campione	Località	Terreno secco all'aria		Terra fina			
		Scheletro sup. 1 mm %	Terra fina inf. 1 mm %	Sabbia particelle diam. da 0.2 a 1 mm %	Limo particelle diam. da 0.2 a 0.002 mm %	Argilla particelle diam. infer. 0.002 mm %	pH
1	Cormons - S. Quirino	43.68	56.32	55.9	21.5	22.6	7.41
2	Cormons - S. Quirino	35.14	64.86	47.1	34.8	18.1	7.52
3	Cormons - Boschetti	31.73	68.27	54.1	31.9	14.0	7.29
4	Mossa - S. Lorenzo	32.93	67.07	51.2	35.9	12.9	7.21
5	Angoris - Ferlat	14.17	85.83	50.1	33.4	16.5	7.48
6	Angoris - Maiti	17.76	82.24	53.3	30.9	15.8	7.60
7	Angoris - Via Cormons	34.82	65.18	54.3	30.4	15.3	7.41
8	Borgnano	11.19	88.81	32.3	42.0	25.7	7.50
9	Corona - Ciantons	34.04	65.96	52.9	32.7	14.4	7.00
10	Mariano	45.29	54.71	58.6	30.5	10.9	7.20
11	Corona	39.72	60.28	52.5	34.0	13.5	6.86
12	Mariano - Via Corona	31.53	68.47	51.1	36.5	12.4	6.98
13	Mariano - Via Gradisca	22.62	77.38	61.9	29.3	8.8	6.80
14	Romans - Via Trieste	34.59	65.41	61.3	28.7	10.0	7.20
15	Romans - Fratta	21.65	78.35	61.7	26.9	11.4	7.21
16	Romans - Via Versa	18.21	81.79	57.9	31.5	10.6	6.92
17	Romans - Feudi	30.39	69.61	70.3	22.6	7.1	7.31
18	Romans - Feudi	41.93	58.07	56.6	32.1	11.3	7.32
19	Romans - Feudi	22.50	77.50	53.1	34.5	12.4	7.20
20	Gradisca - Prister	28.86	71.14	45.5	40.3	14.2	6.59
21	Farra - Villanova	22.82	77.18	48.4	36.1	15.5	7.30
22	Farra - Villanova	25.20	74.80	41.6	41.2	17.2	6.82
23	Gradisca - Petruz	28.27	71.73	54.1	23.6	23.3	7.11
24	Moraro - Via Farra	30.24	69.76	55.2	33.4	11.4	7.19
	media . .	11.19	54.71	32.3	21.5	7.1	6.59
	max. . .	45.29	88.91	70.3	41.2	25.7	7.60
	min. . .	29.14	70.86	53.4	32.3	14.3	7.18

di coltura). Foglie di erba medica alla fioritura (sostanza secca).

(1 mm) secca all'aria								Foglie di erba medica		
Azoto totale	Sostanza organica (N × 20)	P_2O_5 solub. in HNO_3 conc.	P_2O_5 assimil. (met. Morgan)	K_2O solub. in HCl conc.	K_2O assimil. (met. Morgan)	Boro (B) totale (fusione alcalina)	Boro (B) assimil. (met. Berger-Truog)	K_2O	CaO	B
%	%	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm
0.245	4.90	0.111	11.87	0.194	18.5	14.38	0.64	1.942	4.020	29.2
0.236	4.72	0.103	16.25	0.200	23.5	14.11	0.74	1.508	4.041	32.2
0.227	4.54	0.087	13.75	0.130	25.0	11.64	0.35	1.354	4.900	18.5
0.227	4.54	0.101	14.37	0.160	17.5	16.12	0.84	1.180	4.372	27.1
0.175	3.50	0.113	25.00	9.244	26.2	14.87	0.32	1.600	4.840	10.1
0.210	4.20	0.123	25.62	0.320	40.0	14.08	0.41	1.639	4.960	13.7
0.184	3.68	0.123	32.50	0.262	27.5	17.12	0.45	1.439	5.180	18.2
0.120	2.40	0.104	7.50	0.304	26.7	14.87	0.25	1.379	5.539	10.9
0.262	5.24	0.084	12.50	0.164	30.0	12.05	0.45	1.360	4.980	16.0
0.245	4.90	0.108	27.50	0.200	23.0	15.54	0.51	1.149	5.339	23.4
0.192	3.84	0.106	16.25	0.164	15.0	15.12	1.00	1.029	5.500	28.7
0.245	4.90	0.123	15.00	0.208	25.0	15.11	0.68	1.020	5.339	35.0
0.210	4.20	0.092	12.50	0.169	26.0	14.26	0.61	1.067	4.970	38.5
0.210	4.20	0.097	15.00	0.146	20.0	18.94	0.71	1.050	5.480	30.1
0.280	5.60	0.081	16.87	0.226	31.5	14.61	0.81	1.400	5.100	40.6
0.184	3.68	0.092	20.00	0.178	21.2	12.07	0.45	1.171	5.431	14.3
0.262	5.24	0.092	7.50	0.126	19.0	14.60	0.74	1.160	5.539	37.1
0.210	4.20	0.079	15.00	0.214	26.0	12.81	0.53	1.036	5.376	25.4
0.192	3.84	0.102	18.75	0.200	21.5	12.12	0.41	1.069	5.471	19.9
0.192	3.84	0.089	26.25	0.204	17.5	15.11	0.48	1.088	5.279	18.2
0.192	3.84	0.116	16.87	0.146	22.5	15.75	0.81	1.279	4.060	31.5
0.175	3.50	0.111	18.12	0.278	21.7	15.92	0.48	1.120	5.303	26.7
0.245	4.90	0.135	25.00	0.216	20.0	12.25	0.58	1.008	5.062	26.8
0.227	4.54	0.070	11.25	0.196	22.5	14.00	0.58	1.151	5.481	26.9
0.120	2.40	0.070	7.50	0.130	15.0	12.05	0.25	1.008	4.020	10.1
0.280	5.60	0.135	32.50	0.320	40.0	18.94	1.00	1.942	5.539	40.6
0.214	4.29	0.102	17.55	0.202	23.6	14.48	0.58	1.258	5.065	24.9

dotazione e il contenuto in sostanza organica del terreno. Il coefficiente di correlazione, pur essendo risultato meno elevato di quello trovato nelle indagini citate, può tuttavia essere ritenuto sufficiente a confermare l'esistenza di un nesso di dipendenza fra le due variabili considerate.

La correlazione fra boro idrosolubile e percentuale di argilla avrebbe un valore negativo espresso però da un coefficiente piuttosto basso. Questo aspetto correlativo è attualmente oggetto di una ulteriore ed approfondita indagine in relazione a diversi fenomeni di carenza di boro (e anche di potassio) verificatisi su questi terreni durante la siccitosa stagione estiva della decorsa annata (1958) [3].

Basandoci sui risultati di ricerche recentemente da noi effettuate (*) abbiamo assunto, in linea del tutto provvisoria ed in attesa di ulteriori accertamenti, i seguenti limiti di classi per le concimazioni boriche dell'erba medica nei terreni ferrettizzati de Friuli:

	Classi di frequenza B idrosolubile (Berger-Truog) ppm	Definizione dei terreni (ferrettizzati)	Concimazioni boriche alla coltura di erba medica
1	< 0.35-0.40	Da carenti a insufficientemente dotati.	Gli apporti borici sono indispensabili.
2	Da 0.35-0.40 a 0.65-0.70	Da insufficient. dotati a sufficient. dotati.	La coltura per lo piú risponde alla concimazione borica
3	Da 0.65-0.70 a 1.00	Da sufficient. dotati a ben dotati.	La coltura per lo piú non risponde alla concimazione borica.
4	> 1.00	Ricchi.	Le concimazioni boriche sono sempre inutili e possono anche riuscire deprimenti o comunque dannose.

Nelle classi cosí delimitate la distribuzione dei terreni esaminati assumerebbe le frequenze percentuali indicate nella Tabella 5.

Dei terreni coltivati a medica avremmo:

— il 13% carenti di boro (al 3° anno di coltura), terreni in cui le concimazioni boriche sarebbero assolutamente indispensabili per un'ulteriore durata del medicaio;

— il 58% insufficientemente dotati in cui gli apporti borici potrebbero ancora riuscire di utilità anche per mantenere nel futuro le dotazioni boriche a un livello di sufficienza;

— il 25% sufficientemente dotati, non bisognevoli di concimazione borica;

— il 4% ricchi di boro assimilabile.

(*) Candussio R.: Concimazioni macro- e micro-nutritive all'erba medica in terreno ferrettizzato. In corso di preparazione.

È da notare che sulle piante, raccolte sui terreni definiti poi analiticamente boro-carenti, non è stato notato, all'epoca della raccolta (primi di luglio, inizio della fioritura), alcuno dei caratteristici sintomi della carenza di boro sull'erba medica.

TABELLA 2. — *Foglie di erba medica coltivata su terreni ferrettizzati, raccolte all'inizio della fioritura al 2° taglio del 3° anno di coltura. (I dati sono riferiti a sostanza secca).*

Campione	K %	Ca %	B ppm	K^+ me	Ca^{++} me	$H_2BO_3^-$ me	Ca^{++}/K^+	$Ca^{++}/H_2BO_3^-$	$K^+/H_2BO_3^-$
1	1.612	2.873	29.2	41.2	143.3	269.9	3.5	531	152
2	1.252	2.888	32.2	32.0	144.1	297.6	4.5	484	107
3	1.124	3.502	18.5	28.7	174.7	171.0	6.1	1021	168
4	0.980	3.125	27.1	25.1	155.9	250.4	6.2	623	100
5	1.328	3.459	10.1	34.0	172.6	93.3	5.1	1850	364
6	1.361	3.545	13.7	34.8	177.0	126.6	5.1	1398	275
7	1.195	3.702	18.2	30.6	184.7	168.2	6.0	1098	182
8	1.145	3.959	10.9	29.3	197.5	100.7	6.7	1961	291
9	1.129	3.559	16.0	28.9	177.6	147.9	6.1	1200	195
10	0.954	3.816	23.4	24.4	190.4	216.3	7.8	880	113
11	0.854	3.931	28.7	21.8	196.1	265.2	9.0	739	82
12	0.847	3.816	35.0	21.6	190.4	323.5	8.8	588	67
13	0.886	3.552	38.5	22.6	177.2	355.8	7.8	498	63
14	0.872	3.917	30.1	22.3	195.4	278.2	8.8	702	80
15	1.162	3.645	40.6	29.7	181.9	375.2	6.1	485	79
16	0.972	3.882	14.3	24.9	193.7	132.2	7.8	1465	188
17	0.963	3.959	37.1	24.6	197.5	342.9	8.0	576	72
18	0.860	3.842	25.4	22.0	191.7	234.7	8.7	817	94
19	0.888	3.910	19.9	22.7	195.1	183.9	8.6	1061	123
20	0.903	3.773	18.2	23.1	188.3	168.2	8.1	1119	137
21	1.062	2.902	31.5	27.2	144.8	291.1	5.3	497	93
22	0.930	3.790	26.7	23.8	189.1	246.7	7.9	766	96
23	0.837	3.618	26.8	21.4	180.5	247.7	8.4	729	86
24	0.956	3.917	26.9	24.5	195.4	248.6	8.0	786	98
media	0.837	2.873	10.1	21.4	143.3	93.3	3.5	484	63
min.	1.612	3.959	40.6	41.2	197.5	375.2	9.0	1961	364
max.	1.045	3.620	24.9	26.7	180.6	230.1	6.7	785	116

Secondo Mc LARTY et al. (1937) [4]) nelle foglie di erba medica si manifesterebbero sintomi di boro-carenza quando il tenore in B scende fino a valori di 3.5-9.5 ppm di sostanza secca. Per DREGUE e POWERS (1942) [5]) la condizione di carenza si avrebbe con contenuti di 7-11.5 ppm. WALLACE e BEAR (1946) [6]) pongono valori molto piú alti: da 10 a 26 ppm.

I valori da noi precedentemente trovati (1956) [1]) in foglie di piante presentanti i tipici arrossamenti ed ingiallimenti della boro-carenza erano risultati molto bassi (2.8-4.9 ppm).

I tenori in B nelle foglie delle piante coltivate sui terreni esaminati (al 3° anno di coltura, al 2° taglio dell'annata, all'epoca della fioritura) non sono

mai risultati tanto bassi (minimo B 10.1 ppm di sostanza secca). Questa condizione si accorderebbe bene con la mancata apparizione di sintomi di borocarenza ma non si accorderebbe invece con le accertate scarse dotazioni in boro assimilabile di alcuni terreni.

TABELLA 3. — *Boro assimilabile in terreni ferrettizzati coltivati a grano (stoppie). (Su terra terra fina a 1 mm secca all'aria).*

Campione	Località	B assimilab. (Berger-Truog) ppm
1	Cormons - S. Quirino	0.86
2	Cormons - S. Quirino	0.71
3	Cormons - Brazzano	0,95
4	Mossa - Monteressa	0.71
5	Mossa - Via Villanova	0.80
6	Angoris - Via Udine	0.72
7	Angoris - Maiti	0.78
8	Mariano - Ciantons	0.91
9	Mariano - Campi Vieri	1.04
10	Romans - Via Trieste	0.91
11	Romans - Fornace	0.97
12	Romans - Feudi	0.74
13	Romans - Feudi	0.67
14	Romans - Feudi	0.81
15	Romans - Zuccola	0.64
16	Romans - Fratta	1.04
17	Farra - Villanova	0.71
18	Farra - Villanova	0.53
19	Farra - Campi Colomba	0.69
20	S. Lorenzo - Campi Colomba	0.65
21	S. Lorenzo - Via Moraro	0.86
22	Lucinico - Campi Stesa	0.62
23	Gradisca - Via Mariano	0.86
24	Gradisca - Campi Colomba	0.66
	min	0.53
	max	1.04
	media	0.78

Nei casi esaminati esisterebbe inoltre una altissima correlazione positiva ($r = + 0{,}998$) e di elevata significatività, fra il tenore in boro delle foglie di erba medica e la dotazione in boro « assimilabile » dei terreni (cfr. Tabella 4).

Valutando certi rapporti nutritivi nelle piante si potrebbe trovare la ragione di questa specifica e particolare situazione.

Già nel 1927 BRENCHLEY e WARIGTON [7]) avevano segnalato l'esistenza di una relazione nell'assorbimento del Ca e del B da parte delle piante. Da allora diversi ricercatori si sono occupati di indagare sulle relazioni intercor-

renti fra Ca e B sia nel terreno che nelle piante concludendo tutti con l'ammettere una relazione antagonistica tra i due elementi.

Secondo JONES e SCARSETH [8]) nelle piante a sviluppo normale deve sussistere un certo equilibrio fra Ca e B: quando il Ca diventa troppo basso la pianta sarebbe meno tollerante a un eccesso di boro, quando invece il Ca raggiunge elevati livelli anche il B potrebbe essere assunto in quantità elevate. La quantità di Ca assorbito dalla pianta è in relazione alla quantità di Ca disponibile nel terreno. Perciò, nei terreni ricchi di Ca « assimilabile » le piante richiederebbero quantità maggiori di B per poter superare la soglia di carenza. Non si verificherebbe il contrario e cioè: le quantità di Ca assunte non verrebbero modificate dalle piú o meno ampie disponibilità di B nel terreno.

Come è dimostrato piú avanti (vedasi Tabella 6).i terreni che qui si considerano pur essendo quasi sempre praticamente acalcarei negli strati superficiali possono tuttavia raggiungere, negli strati immediatamente sottostanti, alti tenori di calcare totale di cui una parte, normalmente però non elevata, attiva (secondo DROUINEAU).

La povertà in K_2O assimilabile di questi terreni giustifica il livello estremamente basso del tenore potassico delle foglie di erba medica e, conseguentemente, i valori eccezionalmente alti del Ca.

Ne conseguono valori relativamente alti anche di B nelle foglie. I dati riportati nella Tabella 2 illustrano tale situazione

Si rileva infatti che i valori piú alti dei rapporti $Ca^{++}/H_2BO_3^-$ si trovano quasi costantemente in relazione ai terreni aventi le dotazioni boriche piú basse.

Se, sulla scorta di precedenti ricerche già citate, si ritiene che il valore ottimale del rapporto $Ca^{++}/H_2BO_3^-$, nelle foglie di erba medica all'epoca della fioritura, non debba superare, nelle condizioni delle nostre indagini, un limite aggirantesi sul valore di 800-900, si può giungere alla constatazione che circa un 50% dei terreni, nelle condizioni che qui si considerano, possano trarre un beneficio dalla concimazione borica.

Nei medicai esaminati sarebbe però da tenere nella dovuta considerazione il fatto che il bassissimo tenore in K delle piante, provocando un aumento del tenore in Ca, può generare indirettamente nelle piante stesse un anormale stato nutritivo squilibrato anche nei riguardi del boro. Non è quindi da escludere — come è stato altrove accertato — che una concimazione potassica possa rendere meno sentite anche le denunciate deficienze boriche.

TERRENI CON COLTURA DI GRANO

Le dotazioni in boro assimilabile di questi terreni sono riportate nella Tabella 3.

Nella zona prevale ancora l'uso di seminare, sulla fine dell'inverno, l'erba medica nelle colture di grano. Pertanto le dotazioni che si riscontrano in questi terreni all'epoca della mietitura del grano possono essere considerate le dotazioni di inizio nella coltura di erba medica. Cosí come le dotazioni

TABELLA 4. — *Relazioni statistiche fra boro assimilabile e:* a) *boro delle foglie di erba medica;* b) *boro totale del terreno;* c) *sostanza organica;* d) *argilla, nei terreni ferrettizzati coltivati a erba medica (3° anno di coltura).*

		Media M	Errore della media Em	Coefficiente di correlazione r	Errore del coefficiente di correlazione Er	Significatività del coefficiente di correlazione tr	Retta di regressione y = a + b x
Boro assimilabile	ppm	0.58	± 0.038	—	—	—	—
Boro totale	ppm	14.48	± 0.355	+ 0.349	± 0.121	1.75	non calcol.
Sostanza organica	%	4.29	± 0.146	+ 0.552	± 0.096	5.62	3.2923 + 1.7299 x
Argilla	%	14.30	± 0.909	— 0.306	± 0.125	1.51	non calcol.
Boro foglie erba medica	ppm	24.96	± 1.777	+ 0.998	± 0.0005	7.40	— 2.1885 + 4.7108 x

dei medicai di terzo anno possono essere intese come le dotazioni di fine nella coltura di erba medica (*). Accettando questa premessa, il confronto fra le dotazioni riportate nella Tabella 1 e quelle della Tabella 3 può acquistare un valore agronomico di notevole interesse. Da tale confronto risalta immediatamente la maggior frequenza di alte dotazioni nei terreni coltivati a grano rispetto ai terreni coltivati a erba medica. La dotazione media è decisamente piú elevata nei terreni coltivati a grano nei quali anche i limiti massimo e minimo sono spostati a valori piú elevati.

Nella Tabella 5 sono riportate le frequenze percentuali dei terreni esaminati secondo classi di dotazione di boro assimilabile.

TABELLA 5. — *Frequenza percentuale dei terreni ferrettizzati secondo il loro contenuto in boro « assimilabile ».*

	Classi di frequenza B idrosolubile (Berger e Truog) ppm	Terreni ferrettizzati con coltura di erba medica (3° anno) %	Terreni ferrettizzati con coltura di grano (stoppie) %	Terreni ferrettizzati %
I	< 0.35	13	0	6
II	Da 0.35 a 0.70	58	34	46
III	Da 0.70 a 1.00	25	58	42
IV	> 1.00	4	8	6

Nella tabella i terreni sono stati raggruppati e distinti in terreni con coltura di erba medica (3°anno di coltura) e terreni con coltura di grano (alle stoppie).

La maggior parte (il 66%) dei terreni coltivati a grano appartiene alle due classi con dotazioni piú elevate: soltanto il 34% dei terreni esaminati cade in una classe a dotazione non ottimale per la coltura di erba medica.

Nei terreni coltivati a erba medica si osserva invece un accentuato spostamento di maggior frequenza verso le classi a dotazioni piú basse (terreni poco provvisti o anche carenti). Ciò starebbe a significare che in conseguenza, diretta o indiretta, della coltura di erba medica si verificherebbe una diminuzione delle dotazioni di boro assimilabile fino anche a sorpassare, talvolta, la soglia di carenza.

Questa constatazione, data la sua indiscutibile importanza agronomica, meriterebbe di venire confermata o meno con ulteriori e piú appropriate indagini.

In caso di conferma si dovrebbe considerare la convenienza di una concimazione borica all'impianto del medicaio anche con una dotazione borica (boro assimilabile secondo BERGER-TRUOG) che potrebbe anche essere ritenuta sufficiente per una coltura di erba medica.

(*) Nel piú frequente ciclo di rotazioni colturali della zona l'erba medica deve permanere almeno tre anni.

TABELLA 6. — *Boro assimilabile, P_2O_5 di riserva, P_2O_5 e K_2O assimilabili, azoto totale,*

	Zona e coltura	pH %		Calcare totale %		Calcare attivo (met. Drouineau) ‰	
		cm 0-30	cm 30-60	cm 0-30	cm 30-60	cm 0-30	cm 30-60
	Zona Settentrionale (Cormons-Angoris)						
1	Prato polifita con prevalenza di trifoglio	7.72	8.00	tr.	39.10	ass.	13.75
2	Prato polifita con prevalenza di graminacee	7.62	8.02	tr.	35.20	ass.	16.87
3	Prato di erba medica	7.41	7.68	tr.	29.70	ass.	14.47
4	Stoppie di grano	7.20	7.35	tr.	25.09	ass.	14.47
5	Pescheto di 10 anni, lavorato (1)	7.78	8.02	tr.	33.40	ass.	13.75
6	Pescheto di 10 anni, lavorato (2)	7.58	7.85	tr.	18.20	ass.	15.62
7	Meleto di 6 anni, lavorato	7.30	7.82	tr.	24,70	ass.	15.62
8	Vigneto di 6 anni, lavorato	7.42	8.05	4.50	32.10	ass.	18.75
	Zona Meridionale (Gradisca-Romans)						
9	Prato di erba medica	7.32	7.60	tr.	18.60	ass.	12.50
10	Prato di erba medica	7.31	7.78	6.60	27.00	ass.	19.05
11	Stoppie di grano	7.48	7.56	3.80	25.12	ass.	13.75
12	Stoppie di grano	7.48	7.75	tr.	10.55	ass.	ass.
	Valori massimi . .	7.78	8.05	6.60	39.10	ass.	19.05
	Valori minimi . . .	7.20	7.35	tr.	10.55	ass.	ass.
	Valori medi . . .	7.47	7.79	—	26.56	ass.	14.05

(1) Campionamento eseguito intorno a un pesco morto per clorosi.
(2) Campionamento eseguito intorno a un pesco sano e produttivo.

calcare totale e attivo, pH, in due strati sezione di alcuni terreni ferrettizzati.

Azoto totale %		Sostanza organica (N × 20) %		Anidride fosforica (P_2O_5) solub. %		Anidride fosforica (P_2O_5) assim. (met. Morgan) ppm		Ossido di potassio (K_2O) assimil. (met. Morgan) ppm		Boro (B assimil.) (metodo Berger-Truog) ppm	
cm 0-30	cm 30-60	cm 0-30	cm 30-60	cm 0-30	cm 30-60	cm 0-30	cm 30-60	cm 0-30	cm 30-60	cm 0-30	cm 30-60
0.210	0.081	4.20	1.62	0.099	0.076	13.75	6.87	37.50	27.50	0.61	0.30
0.192	0.114	3.84	2.28	0.107	0.086	3.13	3.13	17.50	<10.00	0.49	0.38
0.184	0.122	3.68	2.44	0.123	0.103	32.50	8,13	27.50	<10.00	0.45	0.33
0.280	0.100	3.60	2.80	0.128	0.122	8.75	2.50	37.50	35.00	0.78	0.49
0.210	0.070	4.20	1.40	0.130	0.080	12.50	2.50	87.50	25.00	0.75	0.40
0.184	0.123	3.68	2.46	0.160	0.137	28,25	3.13	130.00	25.00	0.72	0.56
0.306	0.201	6.12	4.02	0.101	0.103	33.75	4.37	17.50	10.00	0.53	0.49
0.274	0.221	5.48	4.42	0.140	0.131	24.50	12.87	78.00	49.50	0.60	0.51
0.210	0.149	4.20	2.98	0.079	0.080	15.00	6.63	26.00	15.00	0.53	0.39
0,262	0.169	5.24	3.38	0.092	0.075	7.50	7.50	19.00	<10.00	0.74	0.52
0.184	0.158	3.68	3.16	0.094	0.085	15.63	5.00	18.00	<10.00	0.91	0.61
0.192	0.175	3.84	3.50	0.108	0.104	14.37	4.37	18.50	<10.00	0.86	0.45
0.306	0.221	6.12	4.42	0.160	0.137	33.75	12.87	130.00	49.50	0.91	0.61
0.180	0.070	3.60	1.40	0.079	0.075	3.13	2.50	17.50	<10.00	0.45	0.30
0.215	0.143	4.30	2.86	0.113	0.098	17.47	5.58	42.87	19.75	0.66	0.45

Distribuzione del boro assimilabile in profondità nelle sezioni dei terreni

Le concentrazioni del boro assimilabile nello strato agrario superficiale (cm. 0-30 di profondità) e nel corrispondente strato immediatamente sottostante (cm. 30-60 di profondità) sono state determinate, assieme ad altre caratteristiche chimiche e fisiche, su alcuni appezzamenti di terreno soggetti a diversa coltura limitatamente a due ristrette zone: una zona (Angoris-Cormons) situata a nord-ovest del territorio considerato (*) e una zona (Romans-Gradisca) situata a sud dello stesso territorio.

I risultati analitici sono riportati nella Tabella 6. In tutti i terreni esaminati indistintamente si nota un costante abbassamento della concentrazione del boro assimilabile nello strato inferiore. Una costante diminuzione si verifica anche negli altri elementi nutritivi presi in considerazione (azoto totale, P_2O_5 solubile in HNO_3 conc., P_2O_5 assimilabile Morgan, K_2O assimilabile Morgan). Aumenta decisamente il valore del pH e il contenuto in calcare. La parte attiva di quest'ultimo (metodo Drouineau) non raggiunge però mai valori elevati.

Si noti che nello strato superficiale, come in tutti i terreni ferrettizzati, il calcare è presente in quantità molto piccole tanto da farlo ritenere il piú delle volte praticamente assente.

Queste particolari condizioni pedologiche contribuiscono senza alcun dubbio a favorire l'insorgere dei fenomeni di carenza su piante boro-esigenti specialmente quelle con apparato radicale profondo.

In questo gruppo di terreni le concentrazioni del boro assimilabile:

— assumono un valore medio di B 0,45 ppm di terra fina (1 mm) negli strati inferiori (cm. 30-60 di profondità) contro un valore medio di B 0,66 ppm nei corrispondenti strati superiori superficiali (cm. 0-30);

— vanno al limite minimo di B 0,30 ppm di terra fina (1 mm) negli strati inferiori e di B 0,45 ppm nei relativi strati piú alti;

— raggiungono il limite massimo di B 0,61 ppm di terra fina (1 mm) negli strati inferiori e di B 0,91 ppm nei corrispondenti strati superficiali.

Se si riferiscono i dati al terreno integro del suo scheletro questa maggior relativa povertà degli strati inferiori diventa ancora piú accentuata in conseguenza delle minori percentuali di terra fina presenti negli strati piú profondi.

(*) La zona era stata in precedenza identificata come boro-carente per le diffuse, piú o meno frequenti e più o meno saltuarie, manifestazioni patologiche di boro-carenza su diverse colture (erba medica, melo, vite). Alcune prove di concimazione borica eseguite in questa zona hanno dato risultati positivi confermando la segnalata deficienza borica del terreno.

CONCLUSIONI

Le indagini analitiche precedentemente illustrate avrebbero messo in evidenza la possibilità di verificarsi, almeno in certe stagioni e nella zona considerata, manifestazioni di boro-carenza su determinate colture in conseguenza delle scarse dotazioni in boro assimilabile di molti terreni. La carenza di boro su erba medica, su melo e su vite è stata infatti osservata con una certa frequenza e diffusione specialmente nella scorsa annata (1958) durante la quale l'andamento meteoro-climatico è stato particolarmente favorevole al verificarsi e al manifestarsi della boro-carenza [3]). In certi periodi stagionali, o anche in certe annate, la carenza può forse non apparire. Tuttavia lo stato nutritivo della maggior parte delle piante è, con ogni probabilità, non equilibrato. Si verificherebbero in tali casi degli stati di cripto-carenza o di sub-carenza che sicuramente hanno un'influenza negativa sul rigoglio vegetativo di certe piante e quindi anche sulla produttività e resa delle colture.

Le indagini attuali, condotte piú particolarmente su diversi medicai, alcuni dei quali in evidente corso di deperimento, avrebbero posto in luce una siffatta situazione.

In tali condizioni, che però attendono un ulteriore accertamento da piú appropriate indagini, la concimazione borica dovrebbe essere attuata sistematicamente almeno su buona parte dei terreni allo scopo di prevenire lo stato di decisa carenza cui potrebbero andare incontro le colture piú esigenti di boro. Il rischio di incorrere in stati di tossicità, anche se temporanea, non dovrebbe essere temuto, in considerazione della reazione predominantemente neutra o subalcalina dei terreni nella zona in esame.

BIBLIOGRAFIA

[1]) CANDUSSIO R., VISINTINI ROMANIN M.: *Annali della Sperim. Agr.*, 6, 1956.

[2]) CANDUSSIO R.: *Nuovi Annali dell'Istituto Chim. Agr. Sper. di Gorizia*, II, 8, 1958.

[3]) CANDUSSIO R.: *Nuovi Annali dell'Istituto Chim. Agr. Sperim. di Gorizia*, II, 9, 1958.

[4]) MC LARTY H. R., WILCOX J. C., WOODBRIDGE C. G.: *Sci. Agr.*, 17, 515, 1937.

[5]) DREGUE H. E., POWERS W. L.: *J. Amer. Soc. Agr.*, 34, 902, 1942.
[6]) WALLACE A., BEAR F. L.: *Plant Physiol.*, 24, 664, 1949.
[7]) BRENCHLEY W. E., WARIGTON K.: *Ann. Bot.*, 41, 167, 1927.
[8]) JONES H. E., SCARSETH J. D.: *Soil Sci.*, 57, 15, 1944.

RIASSUNTO

Oggetto dell'indagine sono stati i terreni ferrettizzati del Friuli Orientale (Agro Cormonese-Gradiscano) sui quali erano stati precedentemente segnalati casi di boro-carenza in certe colture (melo, vite ed erba medica).

La dotazione media di boro totale (per fusione alcalina) è risultata di B 14,48 ± 0,35 ppm di terra fina secca all'aria, e il contenuto medio di boro assimilabile (idrosolubile sec. BERGER-TRUOG) di B 0,58 ± 0,44.

Il tenore in B delle foglie di erba medica (2° taglio del 3° anno di coltura), coltivata sugli stessi terreni, è risultato di B 24,96 ± 1,78 ppm di sostanza secca.

È stata rilevata: un'alta correlazione positiva (r = + 0,998 ± 0,0005) fra B assimilabile e B contenuto nelle foglie di erba medica; una correlazione positiva abbastanza elevata (r = + 0,552 ± 0,096) fra B assimilabile e sostanza organica; una bassa correlazione positiva (r = + 0,349 ± 0,121) fra B assimilabile e B totale; una bassa correlazione negativa (r = — 0,306 ± 0,125) fra B assimilabile e tenore in argilla dei terreni.

Il rapporto calcio/boro nelle foglie di erba medica assume valori molto elevati nelle piante coltivate nei terreni piú poveri di boro assimilabile.

Nei terreni coltivati a grano (stoppie) le dotazioni di boro assimilabile sono risultate piú elevate che non quelle dei terreni coltivati a erba medica: media nelle stoppie B 0,78 ppm contro una media di B 0,58 ppm nei medicai di 3° anno. La frequenza dei terreni ripartiti in classi secondo il loro contenuto in boro assimilabile indicherebbe un notevole spostamento dei terreni coltivati a erba medica verso le classi di terreni meno dotati. Si ritiene che un 70% circa dei terreni coltivati a medica potrebbero fruire vantaggiosamente di concimazioni boriche.

Il boro assimilabile diminuisce con la profondità lungo la sezione dei terreni.

RÉSUMÉ

L'objet de cette recherche ont été les sols ferrettisés du Friuli Oriental (Agro Cormonese-Gradiscano) au sujet desquels ont avait déjà comuniqué des cas de défaillance borique dans certaines cultures (pommier, vigne, luzerne).

La teneur moyenne en bore total (par fusion alcaline) s'est démontré de B = 14,48 ± 0,35 ppm de terre fine sechée à l'air, tandis que la teneur moyenne en bore assimilable (hydrosoluble d'après BERGER-TRUOG) est de B = 0,58 ± 0,04.

La teneur en B des feuilles de luzerne (2ème coupe de la 3ème année de culture), cultivé sur les mêmes sols, s'est démontrée de B = 24,96 ± 1,78 ppm de matière sèche.

On a trouvé: une correlation positive élevée (r = 0,998 ± 0,0005) entre le B assimilable et le B contenu dans les feuilles de luzerne; une correlation positive assez élevée (r = 0,552 ± 0,096) entre le B assimilable et substance organique; une correlation positive basse (r= 0,349 ± 0,121) entre le B assimilable et le B total; une correlation négative basse (r =— 0,306 ± 0,125) entre le B assimilable et la teneur en argile des sols. Le rapport calcium/bore dans les feuilles de luzerne prend des valeurs très élevées chez les plantes cultivées dans les terrains plus pauvres en bore assimilable.

Dans les terrains cultivés en blé (chaumes) les teneurs en bore assimilable se sont démontrées plus hautes que dans les terrains cultivés à luzerne, avec une moyenne, dans les chaumes, de B = 0,78 ppm contre une moyenne de B = 0,58 dans les luzernières de la 3ème année. La fréquence des sols classifié suivant leur teneur en bore assimilable semble indiquer un déplacement marqué des sols cultivés à luzernière vers les classes moins douées. On pense que le 70% environ des sols cultivés à luzernières pourrait s'avantager d'une fertilisation borique.

Le bore assimilable diminue avec la profondeur le long d'une section de sols.

SUMMARY

The scope of the present investigation were the ferrettized soils of West Friuli (Agro Cromonese-Gradiscano) concerning which previous information had already indicated cases of boron deficiency.

The mean contents in total boron (by alkalin fusion) resulted in B = 14,48 ± 0,35 ppm of fine air-dried soil, and the mean contents of available boron (watersoluble boron according to Berger-Truog, in B=0,58±0,04 ppm.

The B-content of alfalfa leaves (2nd crop of the 3rd year of cultivation) grown on the same soils, resulted in B = 24,96 ± 1,78 ppm of dry matter.

It has been found: a high positive correlation (r =+ 0,998 ± 0,0005) between available B and B content of alfalfa leaves; a reasonably high positive correlation (r =+ 0,552 ± 0,096) between available B and organic substance; a low positive correlation (r =+ 0,349 ± 0,121) between available B and total B; a low negative correlation ((r =— 0,306 ± 0,125) between available B and clay content of the soils.

The calcium/boron ratio in alfalfa leaves assumes very high values in the soils with lower contents in available boron.

In the soils with wheat cultures (stubbles) the contents in available boron resulted lower than those of the soils with alfalfa crops: the average in the stubbles was B = 0,78 ppm as compared with an average of B = 0,58 ppm in 3rd year alfalfa fields. The frequency of the soils grouped in classes according to their contents in assimilable boron would point toward a marked

displacement of the alfalfa fields towards the classes of soils carrying lower boron contents. It is held that appr. 70% of the soils with alfalfa cultures would benefit from boric fertilizations.

Assimilable boron descreases with depth along a soil profile.

ZUSAMMENFASSUNG

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung waren die ferrettisierten Boden des Ostfriuli (der Landstrich Cormona-Gradisca) in denen schon früher Fälle von Bormangel aufgetreten waren, und zwar in gewissen Pflanzungen (Apfelbäume, Reben und Luzerne).

Der durchschnittliche Gesamtborgehalt (aus alkalischer Schmelze) war befundgemäss B = 14,48 ± 0,35 ppm feiner, luftgetrockneter Erde, und der Durchschnittgehalt von assimilierbarem Bor (wasserlöslich nach BERGER-TRUOG) B = 0,58 ± 0,04 ppm.

Der Borgehalt der Luzernenblätter (2. Schnitt des dritten Jahres der Pflanzung) von auf denselben Boden angebauten Pflanzen war B = 24,96 ± 1,78 ppm von Trockensubstanz.

Es wurde festgestelit: eine hohe positive Korrelation (r = + 0,998 ± 0,0005) zwischen assimilierbarem B und in den Luzernenblättern enthaltenem B: eine ziemlich hohe positive Korrelation (r = + 0,552 ± 0,096) zwischen assimilierbarem B und organischer Substanz; eine niedrige positive Korrelation (r = + 0,349 ± 0,121) zwischen assimilierbarem B und B totalis; eine niedrige negative Korrelation (r = — 0,306 ± 0,125) zwischen assimilierbarem B und Tongehalt der Böden. Das Verhältnis Kalzium/Bor in den Luzernenblättern erreicht sehr hohe Werte in Pflanzen, die in an assimilierbarem Bor armen Boden angebaut wurden.

In den mit Weizen kultivierten Boden (Stoppeln) ergab es sich, dass die Gehälter an assimilierbarem Bor höher waren als in den Böden mit Luzernenanbau: der Durchschnitt in den Stoppeln war B = 0,78 ppm gegen einen Durchschnitt von B = 0,58 ppm in den Luzernenfeldern im dritten Anbaujahr.

Die Häufigkeit der nach ihrem Gehalt an assimilierbarem Bor eingeteilten Boden zeigt eine merkliche Verschiebung der mit Luzerne bebauten Böden gegen die borärmeren Bodenklassen. Man ist der Ansicht dass an die 70% der mit Luzerne bebauten Boden durch eine Bordüngung verbessert werden könnte.

Das assimilierbare Bor nimmt mit der Tiefe längs einem Bodenprofil ab.

RESUMEN

Se han estudiado los terrenos « ferretti » del Friuli Orientale (Agro Cormonese-Gradiscano) sobre los cuales se habían señalado anteriormente casos de carencia de boro en ciertos cultivos, (manzano, vid y alfalfa). El contenido medio de boro total (por fusión alcalina) ha resultado ser 14,48 ± 0,35

B p.p.m. de tierra fina seca al aire, y el contenido medio de boro asimilable (hidrosoluble según BERGER-TRUOG) de 0,58 ± 0,04 B. El nivel en B de las hojas de alfalfa (2° corte del 2° año de cultivo), cultivada sobre los mismos suelos, ha resultado de 24,96 ± 1,78 B p.p.m. sobre sustancia seca.

Se ha encontrado una alta correlación positiva (r = + 0,998 ± 0,0005) entre B asimilable y B contenido en las hojas de alfalfa; una correlación positiva (r = + 0,34 ± 0,121) entre B asimilable y B total; una baja correlación negativa (r = 0,306 ± 0,125) entre B asimilable y contenido en arcilla de los suelos.

La razón calcio/boro en las hojas de alfalfa alcanza valores muy elevados en las plantas cultivadas sobre terrenos más pobres en boro asimilable. En los terrenos cultivados para grano (rastrojo) los contenidos en B asimilable han resultado más elevados que en los cultivados con alfalfa: media en el rastrojo 0,78 B p.p.m. contra una media de 0,58 B p.p.m. en los medicagos del 3° año. La frecuencia de los terrenos distribuidos en grupos según su contenido en B asimilable indicaría una notable desviación de los terrenos cultivados con alfalfa hacia los tipos de suelos menos dotados. Se supone que aproximadamente un 70% de los terrenos cultivados con alfalfa podrían beneficiarse ventajosamente de la fertilización bórica.

El B asimilable disminuye con la profundidad a lo largo del perfil de los suelos.